

Abschlussbericht zum Projekt "Verarbeitungsstrategien von traditionellen (linearen) Buchtexten und zukünftigen (nicht-linearen) Hypertexten"

1 Allgemeine Angaben

1.1 DFG-Geschäftszeichen

CH 194/1-1, CH 194/1-2, CH 194/1-3, GR633/11-1, GR633/11-2, GR633/11-3

1.1 Antragsteller

- a) Prof. Dr. Ursula Christmann
Psychologisches Institut der Universität Heidelberg
Hauptstr. 47-51
69117 Heidelberg
Tel.: 06221/547-356; Fax: 06221/547-356
E-Mail: ursula.christmann@psychologie.uni-heidelberg.de

- b) Prof. Dr. Norbert Groeben
Psychologisches Institut der Universität zu Köln
Lehrstuhl Allgemeine Psychologie und Kulturpsychologie
Herbert-Lewin-Str. 2
50931 Köln
Tel.: 0221/470-5677; Fax: 0221/470-5002
E-Mail: n.groeben@uni-koeln.de

1.2 Institute/Lehrstühle

- a) Psychologisches Institut der Universität Heidelberg

- b) Psychologisches Institut der Universität zu Köln
Lehrstuhl Allgemeine Psychologie und Kulturpsychologie

1.3 Thema des Projekts

Wechselwirkungen zwischen Verarbeitungsstrategien von traditionellen (linearen) Buchtexten und zukünftigen (nicht-linearen) Hypertexten?

1.4 Berichtszeitraum/Förderungszeitraum insgesamt

1.7.2002 bis 31.7.2005/1.7.1998 bis 31.7.2005

1.5 Liste der Projektpublikationen (Stand: Januar 06)

Eingereichte Arbeiten:

- Keith, N., Richter, T. & Naumann, J. (submitted). Exploratory training compensates for negative effects of low motivation and cognitive ability on transfer performance. *Journal of Experimental Psychology: Applied*.
- Naumann, J., Richter, T., Flender, J., Christmann, U. & Groeben, N. (submitted). Signaling in expository hypertext compensates for deficits in reading skill. *Journal of Educational Psychology*.
- Richter, T. & Naumann, J. (eingereicht). Computerbezogene Einstellungen vermitteln den Effekt von allgemeinen Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen und maskuliner Geschlechtsrollenorientierung auf die Teilnahme an Lehrveranstaltungen mit Computerbezug. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*.

Zeitschriftenbeiträge:

- (1) Christmann, U., Groeben, N. & Schreier, M. (1999). Subjektive Theorien - Rekonstruktion und Dialog-Konsens. *SPIEL*, 18(1), 138-154.
- (2) Flender, J. & Christmann, U. (2000). Hypertext: prototypische Merkmale und deren Realisierung im Hypertext "Visuelle Wahrnehmung". *Medienpsychologie*, 12, 94-116.
- (3) Naumann, J., Richter, T. & Christmann, U. (1999). Psychologische Tests und Fragebogen. *SPIEL*, 18 (1), 21-34.
- (4) Naumann, J., Richter, T. & Groeben, N. (2001). Validierung des Inventars zur Computerbildung (INCOBI) anhand eines Vergleichs von Anwendungsexperten und Anwendungsnovizen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 15, 219-232.
- (5) Richter, T. & Naumann, J. (2002). Mehrebenenanalysen mit hierarchisch-linearen Modellen. *Zeitschrift für Medienpsychologie*, 14 (N. F. 2), 155-159.
- (6) Richter, T., Naumann, J. & Noller, S. (2003). LOGPAT: A semi-automatic way to analyze hypertext navigation behavior. *Swiss Journal of Psychology*, 62, 113-120.
- (7) Richter, T. & van Holt, N. (2005). ELVES: Ein computergestütztes Diagnostikum zur Erfassung der Effizienz von Teilprozessen des Leseverstehens. *Diagnostica*, 51, 169-182.
- (8) Richter, T., Naumann, J. & Groeben, N. (2000). Attitudes toward the computer: Construct validation of an instrument with scales differentiated by content. *Computers in Human Behavior*, 16, 473-491.
- (9) Richter, T., Naumann, J. & Groeben, N. (2001). Das Inventar zur Computerbildung (INCOBI): Ein Instrument zur Erfassung von Computer Literacy und computerbezogenen Einstellungen bei Studierenden der Geistes- und Sozialwissenschaften. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 48, 1-13.
- (10) Richter, T., Naumann, J. Brunner, M. & Christmann, U. (2005). Strategische Verarbeitung beim Lernen mit Text und Hypertext. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 19, 5-22.

Buchbeiträge:

- (1) Christmann, U. (2004). Lesen. In P. Vorderer, R. Mangold, G. Bente (Hrsg.). *Lehrbuch der Medienpsychologie* (S. 419-442). Göttingen: Hogrefe.
- (2) Christmann, U. (2004). Information als Funktion des Lesens. In Groeben, N. & Hurrelmann, B. (Hrsg.), *Lesesozialisation in der Mediengesellschaft* (S. 61-94). Weinheim: Juventa.
- (3) Christmann, U. & Groeben, N. (2002). Anforderungen und Einflussfaktoren bei Sach- und Informationstexten. In N. Groeben & B. Hurrelmann (Hrsg.), *Lesekompetenz: Bedingungen, Dimensionen, Funktionen* (S. 150-173). Weinheim: Juventa.
- (4) Christmann, U. & Groeben, N. (1997). Produktive Forschungsfragen zum Vergleich von Hypertexten und linearen Texten. In G. Bartels, I. Pohl & K. E. Sommerfeldt (Hrsg.), *Wissenschaftliche Schriftenreihe Sprache, System, Tätigkeit* (S. 391-404). Frankfurt am Main: Lang.
- (5) Christmann, U., Groeben, N., Flender, J., Naumann, J. & Richter, T. (1999). Verarbeitungsstrategien von traditionellen (linearen) Buchtexten und zukünftigen (nichtlinearen) Hypertexten. In N. Groeben (Hrsg.), *Lesesozialisation in der Mediengesellschaft: Ein Schwerpunktprogramm* (10. Sonderheft IASL) (S. 175 - 189). Tübingen: Niemeyer.
- (6) Flender, J. (2001). Hypertext-Design: Einschätzungen von Experten/innen zu üblichen bzw. wünschenswerten Merkmalen von Hypertexten. In W. Frindte, T. Köhler, P. Marquet & E. Nissen (Eds.), *Internet-based teaching and learning (IN-TELE) 99: Proceedings of IN-TELE 99 / IN-TELE 99 Konferenzbericht* (Internet Communication, Vol. 3, pp. 334-340). Frankfurt am Main: Lang.
- (7) Flender, J. (2001). Vom Durchklicken zum Durchklingen: Musikalische Kohärenzhilfen in Hypermedia-Anwendungen. In H. Cölfen, W.-A. Liebert & A. Storrer (Hrsg.), *Hypermedien und Wissenskonstruktion* (Osnabrücker Beiträge zur Sprachtheorie 63, 9-26).
- (8) Flender, J. (2002). *Didaktisches Audio-Design: Musik als instruktionales Gestaltungsmittel in hypermedial basierten Lehr-Lern-Prozessen*. Lengerich: Pabst.

- (9) Flender, J. & Christmann, U. (2002). Zur optimalen Passung von medien-spezifischen Randbedingungen und Verarbeitungskompetenzen/Lernstrategien bei linearen Texten und Hypertexten. In N. Groeben & B. Hurrelmann (Hrsg.), *Medienkompetenz. Voraussetzungen, Dimensionen, Funktionen* (S. 203-233). Weinheim: Juventa.
- (10) Flender, J. & Naumann, J. (2001). Erfassung allgemeiner Lesefähigkeiten und der Rezeption nicht-linearer Texte: "PL-Lesen" und Logfile-Analyse. In N. Groeben & B. Hurrelmann (Hrsg.), *Lesekompetenz: Bedingungen, Dimensionen, Funktionen* (S. 59-79). Weinheim: Juventa.
- (11) Groeben, N. (2000). Fragen zur (gesellschaftlichen) Funktion der Literaturwissenschaft als Sozialgeschichte medialen Wandels. In M. Huber & G. Lauer (Hrsg.), *Nach der Sozialgeschichte: Konzepte für eine Literaturwissenschaft zwischen Historischer Anthropologie, Kulturgeschichte und Medientheorie* (S. 305-316). Tübingen: Niemeyer.
- (12) Groeben, N. (2002). Zur konzeptuellen Struktur des Konzepts "Lesekompetenz". In N. Groeben & B. Hurrelmann (Hrsg.), *Lesekompetenz: Bedingungen, Dimensionen, Funktionen* (S. 11-24). Weinheim: Juventa.
- (13) Naumann, J. & Richter, T. (2001). Diagnose von Computer Literacy: Computerwissen, Computereinstellungen und Selbsteinschätzungen im multivariaten Kontext. In W. Frindte, T. Köhler, P. Marquet & E. Nissen (Eds.), *Internet-based teaching and learning (IN-TELE) 99. Proceedings of IN-TELE 99 / IN-TELE 99 Konferenzbericht* (Internet Communication Vol. 3, pp. 295-302). Frankfurt/M.: Lang.
- (14) Richter, T. (in Druck). Forschungsmethoden der Medienpsychologie. In B. Batinic (Hrsg.), *Lehrbuch der Medienpsychologie*. Heidelberg: Springer.
- (15) Richter, T. & Christmann, U. (2002). Lesekompetenz: Prozessebenen und interindividuelle Unterschiede. In N. Groeben & B. Hurrelmann (Hrsg.), *Lesekompetenz: Bedingungen, Dimensionen, Funktionen* (S. 25-58). Weinheim: Juventa.
- (16) Richter, T. & Naumann, J. (1999). Systemtheorie. In N. Groeben (Hrsg.), *Lesesozialisation in der Mediengesellschaft: Zentrale Begriffsexplikationen* (Kölner Psychologische Studien, 4(1), S. 46-49). Köln: Universität zu Köln, Psychologisches Institut.
- (17) Richter, T., Naumann, J. & Horz, H. (2001). Computer Literacy, computerbezogene Einstellungen und Computernutzung bei männlichen und weiblichen Studierenden. In H. Oberquelle, R. Oppermann & J. Krause (Hrsg.), *Mensch & Computer 2001: 1. Fachübergreifende Konferenz* (Berichte des German Chapter of the ACM, Bd. 55, S. 71-80). Stuttgart: Teubner.

Elektronische Publikationen:

- (1) Naumann, J., Richter, T. & Noller, S. (2000, March). *Psychometric equivalence of an English and a German online-version of the Questionnaire for the Content-specific Assessment of Attitudes toward the Computer (QCAAC)*. Poster presented at the Computers in Psychology Conference (CiP 2000), York [WWW document]. Available URL: <http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2004/316/>
- (2) Naumann, J., Richter, T., Groeben, N. & Christmann, U. (2000). *Content-specific measurement of attitudes: From theories of attitude representation to questionnaire design*. In J. Blasius, J. Hox, E. de Leuw & P. Schmidt (Eds.), *Social science methodology in the new millenium: Proceedings of the 5th International Conference on Logic and Methodology* [CD-ROM]. Opladen: Leske und Budrich.
- (3) Noller, S., Naumann, J. & Richter, T. (2001). *LOGPAT - ein webbasiertes Tool zur Analyse von Navigationsverläufen in Hypertexten*. In K. J. Jonas, P. Breuer, B. Schauenburg & M. Boos (Eds.), *Perspectives on internet research: Concepts and methods* [WWW document]. Available URL: <http://www.psych.uni-goettingen.de/congress/gor-2001>
- (4) Richter, T. & Naumann, J. (2000, March). *Computer-based assessment of reading skills*. Paper presented at the Computers in Psychology Conference (CiP 2000), York [WWW document]. Available URL: http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2004/317/pdf/Richter_Naumann_2000.pdf
- (5) Richter, T., Naumann, J. & Noller, S. (1999). *Computer Literacy und computerbezogene Einstellungen: Zur Vergleichbarkeit von Online- und Paper-Pencil-Erhebungen*. In U.-D. Reips,

B. Batinic, W. Bandilla, M. Bosnjak, L. Gräf, K. Moser & A. Werner (Eds./Hrsg.), Current internet science - trends, techniques, results / Aktuelle Online Forschung - Trends, Techniken, Ergebnisse. Zürich: Online Press [WWW document]. Available URL: <http://dgof.de/tband99/>

2 Arbeits- und Ergebnisbericht

2.1 Ausgangsfragen und Zielsetzung des Projekts

Die Ausgangsfrage des Projekts war die nach der relativen Verarbeitungseffizienz von zum einen "traditionellen" linearen Buchtexten und zum anderen computergestützt präsentierten Hypertexten. Neben der üblicherweise betrachteten Wirkung des Textfaktors (der in der Regel für sich genommen nicht viel Varianz erklärt und dessen alleinige Betrachtung zum Entstehen einer weitgehend inkonsistenten Befundlage beigetragen hat, s. z.B. Chen & Rada, 1996, vgl. den Erstantrag) wurde dabei zum einen die zu bearbeitende Aufgabe in den Blick genommen. Zum anderen wurde ein breites Spektrum möglicher lernerseitiger Variablen berücksichtigt, die potenziell den Zusammenhang von Textstruktur und Lernleistung moderieren. Hierzu gehörten neben dem Vorwissen, das bereits als Moderator etabliert ist (z.B. Gerdes, 1997), die Computer Literacy der Probanden/innen (vgl. Naumann & Richter, 2001; Naumann, Richter & Groeben, 2001; Richter, Naumann & Groeben, 2000, 2001), ihre allgemeine Lesefähigkeit (vgl. Naumann, Richter, Flender, Christmann & Groeben, submitted; Richter & van Holt, 2005) sowie der habituelle Einsatz kognitiver und metakognitiver Lernstrategien (Richter, Naumann, Brunner & Christmann, 2005). In einem letzten Arbeitsschritt schließlich sollte die Frage geklärt werden, ob und wie sich durch eine Verbesserung vor allem lernstrategischer Kompetenzen die Fähigkeit zum Umgang mit Hypertexten verbessern lässt.

2.2 Darstellung und Diskussion der erreichten Ergebnisse

2.2.1 Methodenentwicklung

Die Ergebnisse des Projekts umfassen neben den zentralen experimentellen Befunden (vgl. Abschnitt 2.2.2) eine Reihe von Methodenentwicklungen, die nicht nur für die Durchführung der experimentellen Arbeiten des Projekts notwendig waren, sondern darüber hinaus Bedeutung für die zukünftige Hypertextforschung aufweisen können. Dies betrifft zum einen Entwicklungen im Bereich der Erhebung von Situationsmodellgüte anhand von Produktionsaufgaben mit anschließender inhaltsanalytischer Auswertung sowie die Herstellung von als Versuchsmaterial geeigneten Hypertexten (Abschnitt 2.2.1.1). Zum anderen wurden zwei Tests zur Erfassung von Computer Literacy bzw. Lesefähigkeiten entwickelt, mit deren Hilfe sich wichtige lernerseitige Merkmale je nach Fragestellung statistisch kontrollieren oder als explanatorische Variablen modellieren lassen. Schließlich wurde mit LOGPAT (Richter, Naumann & Noller, 2003) ein neues Werkzeug zur Analyse von Prozessen beim Lernen aus Hypertext entwickelt (Abschnitt 2.2.1.1).

2.2.1.1 Textmaterial, Erfassung von Lernleistung und Analyse von Prozessdaten

Textmaterial. Da sich alle am Markt verfügbaren Hypertexte aus unterschiedlichen Gründen (u. a. mangelnde Vernetzung, schlechte Navigierbarkeit oder trivialer Inhalt) als ungeeignetes Versuchsmaterial erwiesen, wurde für das Projekt ein eigener Lehrhypertext zum Thema "Visuelle Wahrnehmung" entwickelt, der durch eine Experten/innen-Befragung als prototypischer und gleichzeitig sehr gut navigierbarer Hypertext ausgewiesen wurde (vgl. im einzelnen Flender & Christmann, 2000).

Analyse von Prozessdaten. Ein grundsätzliches Problem bei der Erforschung des Lernens mit Hypertexten ist, dass die Lernenden häufig die Navigationsmöglichkeiten, die ihnen der Hypertext bietet, in unzulänglicher Weise nutzen (z.B. Folz, 1996). Eine Möglichkeit, auf individueller Ebene mit diesem Problem methodisch umzugehen, besteht darin, die Navigationsverläufe einzelner Lerner/innen idiographisch zu rekonstruieren, beispielsweise durch graphische Aufbereitung (für entsprechende Software vgl. Berendt & Brenstein 2001; Überblick: Flender & Naumann, 2002). Sollen jedoch Eigenschaften individueller Navigationsverläufe statistisch kontrolliert werden, müssen

theoretisch gehaltvolle Kenngrößen gebildet werden, die dann als Prädiktorvariablen Verwendung finden können. Das im Projekt entwickelte Analysetool LOGPAT (Richter et al., 2003) leistet dies, wobei die Besonderheit gegenüber anderen Analysetools (Übersicht: Reips, 2004) darin liegt, dass nicht nur die Häufigkeiten einzelner Seitenaufrufe, sondern auch beliebiger *Sequenzen* von Seitenaufrufen ausgegeben werden können, so dass Rückschlüsse auf bestimmte Navigationsstrategien möglich sind (beispielsweise die häufige Verwendung von Backtracks gegenüber der Verwendung von graphischen Übersichtskarten). Insbesondere die Experimente II (Naumann et al., submitted) und III (Richter et al., 2005) haben gezeigt, dass sich auf diese Weise gute Einblicke in das Navigationsverhalten in Abhängigkeit von der Verwendung von Lesekompetenzen (Experiment II), Lernstrategien (Experiment III) sowie in Abhängigkeit von der *Usability* des verwendeten Hypertexts (Experiment II) gewinnen lassen, die dann wiederum bedeutsam zur Erklärung des Lernerfolgs beitragen.

Erfassung von Lernleistung. Weil die Verstehensgüte so operationalisiert werden sollte, dass unterschiedliche Qualitätsdimensionen der bei der Textrezeption entstandenen mentalen Modelle erfasst werden können (vgl. Erstantrag S. 16), schied die übliche Operationalisierung von Verstehensleistung in Form eines *multiple choice* Tests (vgl. Plass, 2005) aus. Statt dessen wurde den Probanden/innen in allen Experimenten des Projekts eine Produktionsaufgabe – das Verfassen eines Skripts – gestellt, anhand dessen dann zentrale Indikatoren der Situationsmodellgüte festgestellt werden konnten. Insbesondere sollten sowohl der Umfang des erworbenen Wissens erhoben werden als auch dessen Qualität oder Elaborationsgrad. Als Indikator für den Umfang des erworbenen Wissens wurde u. a. die Anzahl allgemein inhalts- wie auch speziell aufgabenbezogener Idea Units pro Skript herangezogen. Als Indikator für den Elaborationsgrad diente u. a. die Anzahl Elaborativer Inferenzen (z.B. Verknüpfungen von Textinformation und eigenem Vorwissen) und die Anzahl der Explikationen rhetorischer und sachlicher Relationen zwischen Textbestandteilen.¹

2.2.1.2 Messinstrumente

INCOBI. Das im ersten Förderzeitraum entwickelte Messinstrument zur Erfassung von Computer Literacy und Computerbezogenen Einstellungen INCOBI (INventar zur COMPUTERBildung, Naumann et al., 2001; Richter et al., 2001) ist zwischenzeitlich nicht nur im Rahmen des Projekts, sondern auch in einer Reihe anderer Forschungsprojekte als Maß für Computer Literacy und Computerbezogene Einstellungen zum Einsatz gekommen (s. z.B. Gauss & Urbas, 2003; Weinberger, Fischer & Mandl, 2003). Die Skalen des INCOBI haben sich dabei nicht nur als reliable und valide Instrumente zur Kontrolle von Computer Literacy und computerbezogenen Einstellungen in Untersuchungen zum Lernen aus Text und Hypertext bewährt, sondern sagen (auch) in anderen Domänen Verhalten, beispielsweise den Besuch von Lehrveranstaltungen mit Computerbezug (Richter & Naumann, eingereicht), oder Leistungen, beispielsweise den Lernerfolg in Trainings von Computeranwendungen (Keith, Richter & Naumann, submitted), vorher.

ELVES. Mit dem Instrument zur Erfassung von LeseVERstehen nach dem Strategiemodell von van Dijk und Kintsch (1983) steht erstmalig ein Lesefähigkeitsdiagnostikum zur Verfügung, das zum einen explizit auf Basis einer gut geprüften Theorie über Prozesse des Leseverstehens fußt und das zum anderen differenzierungsfähig in Populationen mit einer durchschnittlich hoch ausgeprägten Lesekompetenz (z.B. Studierende) ist (Richter & van Holt, 2005). Dies wird, vor allem hinsichtlich hierarchieniedriger Prozesse (propositionale Strategien und lokale Kohärenzbildung), durch eine verbundene Berücksichtigung von Akkuratheit und Geschwindigkeit der Itembearbeitung erzielt, da bei kompetenten Leser/innen das Durchlaufen der hierarchieniedrigen Prozesse des Leseverstehens im Ergebnis im wesentlichen fehlerfrei funktioniert, so dass sich Unterschiede in der Effizienz der Aufgabenbearbeitung vor allem in den Antwortlatenzen niederschlagen. Im Einzelnen werden die Testwerte als Summe der reziprok transformierten Antwortlatenzen für alle richtig bearbeiteten Items gebildet. Hohe Testwerte resultieren also dann, wenn die Testpersonen die Items (a) schnell (= niedrige Latenzen), dabei aber (b) genau (= eine hohe Anzahl richtiger Antworten) bearbeiten.

¹ Das gesamte Kategoriensystem kann unter <http://www.allg-psych.uni-koeln.de/hyper/material/> abgerufen werden.

2.2.2 Experimentelle Befunde

2.2.2.1 Wirkung von Textstruktur, Aufgabe und Lesefähigkeiten

Die im Erstantrag angenommenen Interaktionen zwischen Textstruktur und Verarbeitungsziel im Sinne einer besseren "Strukturierungsleistung" bei Lineartextrezeption gegenüber einer besseren "Analogisierungsleistung" bei Hypertextrezeption konnten in keinem der drei Experimente mit Manipulation von Verarbeitungsaufgabe und Textmaterial gefunden werden, unabhängig davon, ob die Manipulation des Aufgabenfaktors zwischen (Experiment I) oder innerhalb von Versuchspersonen (Experimente II und III) erfolgte: Der Hypertext erwies sich über unterschiedliche Verarbeitungsaufgaben wie auch unterschiedliche Lernerfolgsindikatoren hinweg seinem Lineartext-Pendant als im Mittel überlegen (Experimente I und II, vgl. den Arbeitsbericht zur zweiten Förderphase). Dieser Haupteffekt des Textstrukturfaktors wurde jedoch konsistent durch die Lesefähigkeiten der Versuchspersonen, insbesondere die Geschwindigkeit der Bewältigung propositionaler Strategien (ELVES-Subtest "Satzverifikation") moderiert. Für vergleichsweise schwache Leser/innen (mit Lesefähigkeiten von einer Standardabweichung unter dem Mittel) zeigte sich sowohl in Experiment I wie auch in Experiment II eine deutliche Überlegenheit des Hypertexts, die sich mit zunehmenden Lesefähigkeiten abschwächte, was insgesamt zu einem deutlichen (positiven) Zusammenhang zwischen Lernleistung und Lesefähigkeiten in der Lineartextgruppe führte, der in der Hypertextgruppe nicht oder nur abgeschwächt auftrat (vgl. Abbildung 1).² Dieser Befund lässt sich so interpretieren, dass die durch den Hypertext bereitgestellten Hilfen zur Orientierung in der Textbasis und zum Auffinden jeweils benötigter Informationsbestände insbesondere dann zum Tragen kommen, wenn die kognitive Belastung aufgrund relativ schwacher Arbeitsgedächtniskapazität und in der Folge vergleichsweise schlechter Textverständniskompetenz hoch ist.

² Der im Abschlussbericht der zweiten Förderphase berichtete Befund eines stärkeren Zusammenhangs zwischen Lesefähigkeiten und Lernleistung in der Hypertextgruppe ließ sich nicht halten. Der Grund hierfür ist, dass sich ELVES zum Zeitpunkt der Berichterlegung zu Förderphase 2 noch in der Erprobung befand, auch was einen geeigneten Algorithmus zur Bestimmung von Testwerten betraf. Der in Abschnitt 2.2.1.2 beschriebene Algorithmus "bestraft" eine ungenaue Testbearbeitung deutlich stärker als der ursprünglich verwendete. Für einzelne Datenpunkte führt der "neue" gegenüber dem "alten" Algorithmus zu einer deutlichen Verminderung der feststellbaren Testleistung. Mit anderen Worten: Der "neue" Algorithmus beruht deutlich stärker als der "alte" auf der Annahme eines Geschwindigkeits-Genauigkeits *tradeoffs*, wodurch hohe Testwerte nur noch für solche Probanden/innen resultieren, bei denen die hierarchieniedrigen Prozesse des Leseverstehens so gut routinisiert sind, dass sie auch dann, wenn sie sehr schnell lesen, noch sehr genau lesen können.

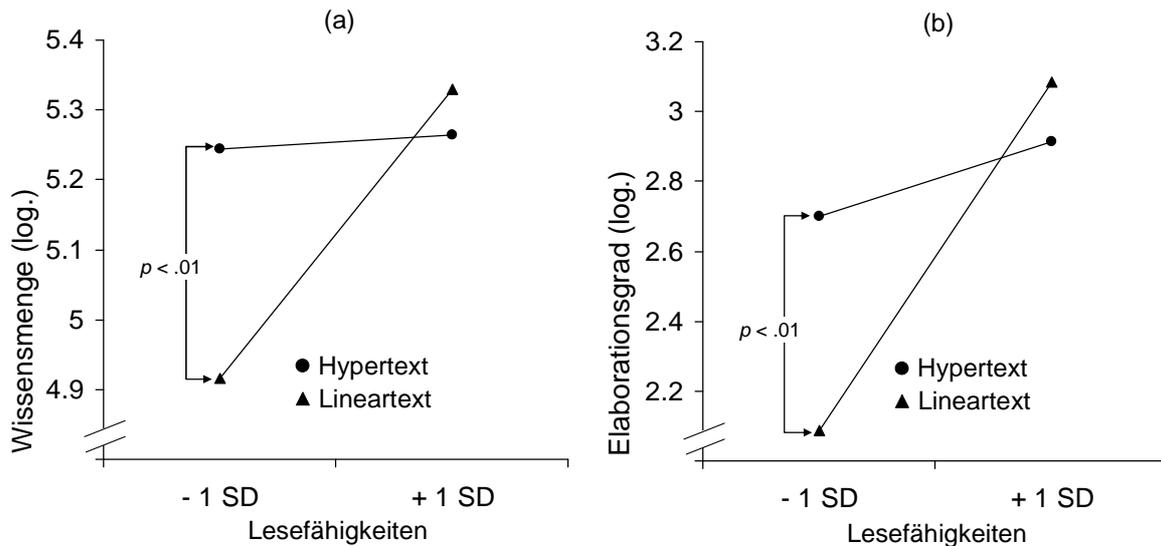


Abbildung 1 Zusammenhang zwischen Lesefähigkeiten und Lernleistung in den drei experimentellen Gruppen in Experiment I für zwei Indikatoren. Wissensmenge ist als Anzahl inhaltsbezogener Idea Units operationalisiert, Elaborationsgrad als Anzahl elaborativer Inferenzen und explizierter rhetorischer Relationen. Beide Variablen sind logarithmiert. Die Interaktion zwischen Lesefähigkeiten und Textstruktur ist für beide dargestellten Indikatoren signifikant, (a): $t(79) = -2.49, p < .01$, (b): $t(79) = -2.47, p < .01$. Die Korrelation zwischen beiden Indikatoren liegt bei $r = .24$.

Diese Interpretation erfährt weitere Stützung durch die Daten aus Experiment II. Hier war neben dem ursprünglichen Hypertext sowie dem Lineartext eine "restringierte" Hypertextvariante verwendet worden. Dieser restringierte Hypertext unterschied sich vom Originalhypertext durch das Fehlen relevanter rhetorischer Signale, die im Originalhypertext gleichzeitig als Navigationshilfen gedient hatten. Speziell wurde zur Erstellung des restringierten Hypertexts eine im Originalhypertext unten links auf jeder Seite eingblendete Übersichtskarte entfernt. Als Eingangsseite wurde statt einer Übersichtskarte die Übersichtsseite über das Kapitel "Visuelle Wahrnehmung" verwendet. Zusätzlich wurde eine Reihe von Hyperlinks entfernt, unter anderem diejenigen, die am Ende jedes Knotens auf inhaltlich verwandte Knoten als Vorschlag zum Weiterlesen verwiesen.

Im Ergebnis zeigte sich bei Verwendung des ELVES-Subtests "Satzverifikation" als Kovariate eine Interaktion zwischen Lesefähigkeiten und Textstruktur, die bezüglich Hypertext- und Lineartextbedingung im Wesentlichen dem Muster aus Experiment I entsprach. Der Zusammenhang zwischen Lesefähigkeiten und Lernleistung in der Bedingung mit "restringiertem" Hypertext parallelisierte dabei den Zusammenhang in der Lineartext-Bedingung, $t(39) = -1.24, p > .10$, wodurch sich auch der mittlere Zusammenhang in der restringierten Hypertext/Lineartext-Bedingung deutlich vom Zusammenhang in der Hypertextbedingung unterschied, $t(39) = 2.99, p < .01$ (vgl. Abbildung 2). Entsprechend fanden sich – ebenfalls in Analogie zu den Ergebnissen aus Experiment I – deutliche Unterschiede zwischen sowohl der Lineartextgruppe als auch der Gruppe mit dem restringierten Hypertext einerseits und der Hypertextgruppe andererseits, soweit Leser/innen mit vergleichsweise schlechter Lesekompetenz betroffen waren. Entsprechende Unterschiede für gute Leser/innen ließen sich nur noch sporadisch und für nur einen Indikator belegen (vgl. Abbildung 2a). Eine detaillierte Beschreibung von Methode und Ergebnissen der Experimente I und II findet sich bei Naumann et al. (submitted).

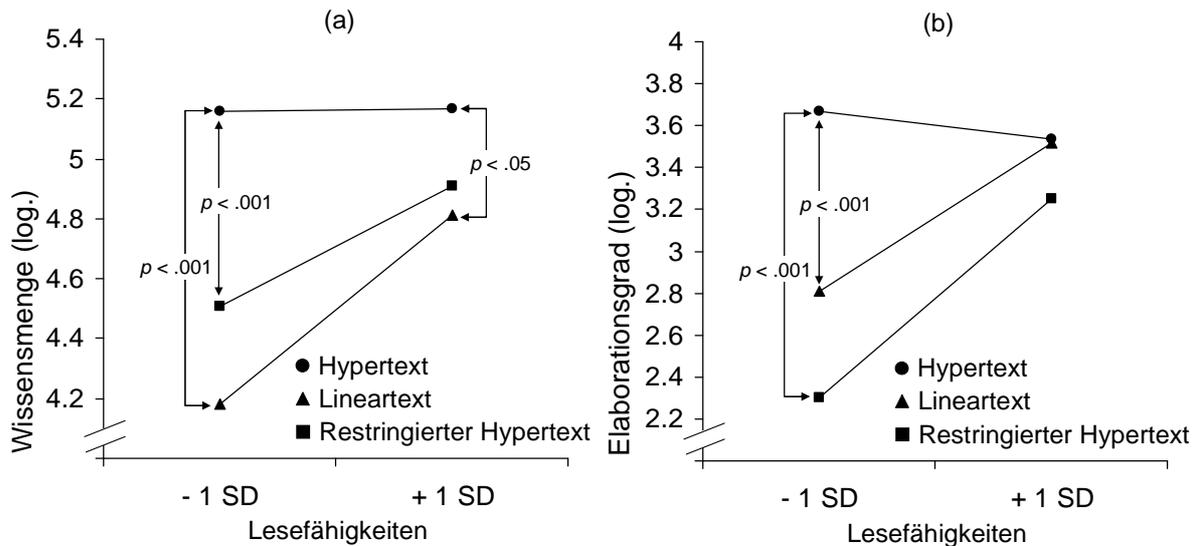


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Lesefähigkeiten und Lernleistung in den drei experimentellen Gruppen in Experiment II für zwei Indikatoren. Wissensmenge ist als Anzahl inhaltsbezogener Idea Units operationalisiert, Elaborationsgrad als Anzahl elaborativer Inferenzen und explizierter rhetorischer Relationen. Beide Variablen sind logarithmiert. Die Interaktion zwischen Lesefähigkeiten und Textstruktur ist für beide dargestellten Indikatoren signifikant, (a): $F(2,39) = 4.62$, $p < .05$, (b): $F(2,39) = 3.97$, $p < .05$. Die Korrelation beider Indikatoren liegt bei $r = .58$.

2.2.2.2 Bedeutung von Lernstrategien für den Umgang mit Hypertext

Im Zentrum der Arbeiten im dritten und letzten Förderzeitraum stand zum einen die Frage, in welchem Maße der habituelle Einsatz von Lernstrategien mit dem Erfolg beim Lernen aus Hypertext zusammenhängt und ob sich differenzielle Effekte des Lernstrategieeinsatzes in Abhängigkeit von der Textform (Lineartext vs. Hypertext) finden lassen (Experiment III). Zum anderen sollte untersucht werden, ob sich Strategien für einen zielführenden Umgang mit Hypertext trainieren lassen – und wenn, welche Strategien oder Strategieklassen hier von besonderem Belang sind (Experiment IV). Da die Ergebnisse aus Experiment III publiziert sind (Richter et al., 2005), beschränken wir uns hier auf eine Darstellung von Versuchsplan und Ergebnissen aus Experiment IV.

Ausgangsfrage und Zielsetzung. Aufbauend auf den theoretischen und empirischen Arbeiten des Projekts (Förderzeitraum 1998 – 2002) haben wir unter Anwendungsperspektive im Förderzeitraum 2002-2005 eine Trainingskonzeption zum Lernen aus Hypertext entwickelt. Die entsprechenden Vorarbeiten sind im letzten Verlängerungsantrag beschrieben und können unter <http://www.allg-psych.uni-koeln.de/hyper/material/> abgerufen werden (vgl. außerdem Flender & Christmann, 2002). Bei der Konzeption eines Lernstrategietrainings für den Umgang mit Hypertext stellte sich zunächst die Frage, mit welchem Auflösungsgrad die Wirksamkeit unterschiedlicher Lernstrategien (z.B. Elaborations- oder Organisationsstrategien) erhoben werden sollte. Einerseits schien ein ausdifferenziertes Training unterschiedlicher Einzelstrategien und ihrer Kombinationen nicht nur unter der Perspektive des Durchführungsaufwandes nicht zu leisten. Zudem gibt es eine Reihe von Hinweisen, dass die Vermittlung einzelner Strategien weniger effizient ist als das Training eines Strategiebündels, das dann flexibel je nach Situationsanforderung eingesetzt werden kann (vgl. Flender & Christmann, 2002). Andererseits hatte Experiment III allerdings gezeigt, dass der spontane Einsatz von Strategien aus verschiedenen Strategieklassen (metakognitive vs. kognitive Lernstrategien) sehr unterschiedliche Effekte haben kann. Daher wurden zwar nicht einzelne Strategien, wohl aber Strategieklassen (kognitive und metakognitive Strategien) getrennt trainiert.

Versuchsplan. Um neben einfachen (Haupt-)Effekten des Trainings von metakognitiven und kognitiven Lernstrategien auch Effekte des (sukzessive) kombinierten Trainings beider Strategieklassen untersuchen zu können, wurde ein unvollständiges, balanciertes Mischdesign mit zwei Trainingsterminen verwendet, in dem jede Versuchsperson zu jedem der beiden Trainingstermine entweder ein Training kognitiver, ein Training metakognitiver Strategien oder kein Training erhielt. Die Personen, die zum ersten Trainingstermin kein Training erhalten hatten, erhielten zum zweiten

Termin entweder das kognitive oder das metakognitive Training. Die Personen, die zum ersten Termin das kognitive (metakognitive) Training erhalten hatten, erhielten zum zweiten Termin das metakognitive (kognitive) oder kein Training (vgl. Abbildung 3). Für den ersten Trainingstermin resultierten damit drei Gruppen, die entweder metakognitiv, kognitiv oder gar nicht trainiert worden waren und für den zweiten Trainingstermin drei Gruppen, die entweder nur kognitiv, nur metakognitiv oder kognitiv und metakognitiv trainiert worden waren, wobei für alle drei Gruppen des zweiten Trainingstermins die Reihenfolge des kognitiven/metakognitiven Trainings bzw. des Trainings und der Teilnahme in der Kontrollbedingung (kein Training) ausbalanciert war.

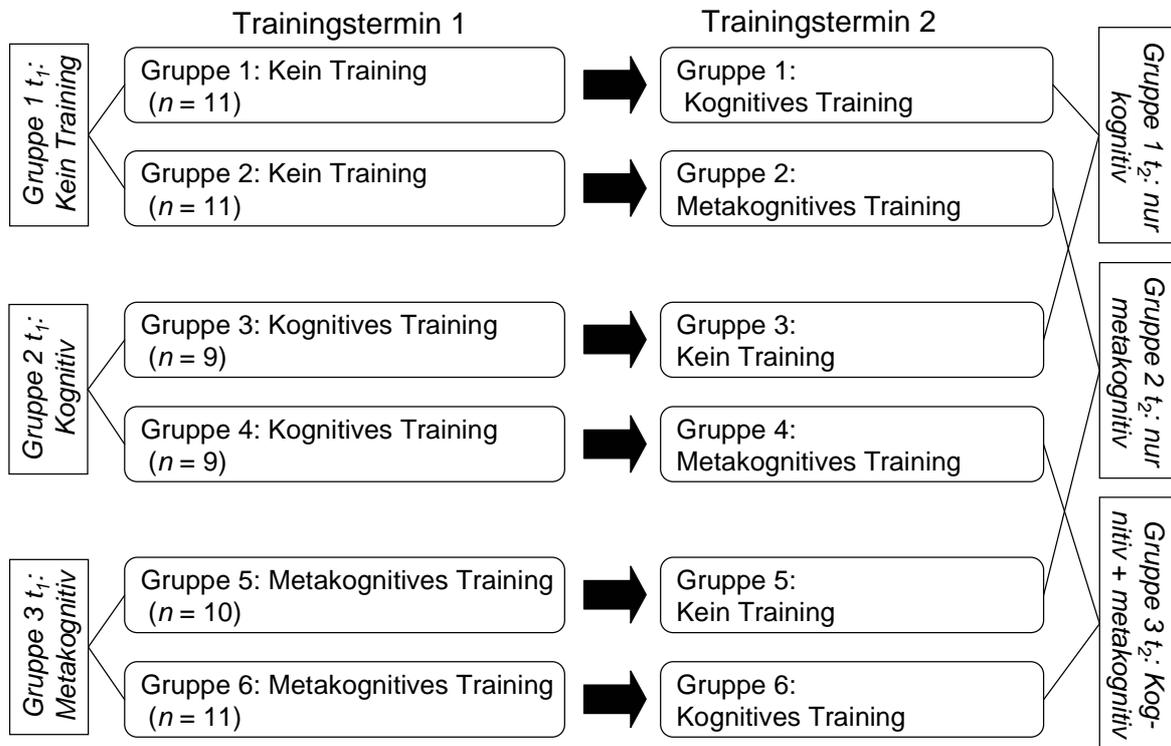


Abbildung 3: Versuchsplan des Strategietrainings für den Umgang mit Hypertext.

Trainingskonzeption. Die trainierten *kognitiven* Lernstrategien waren Elaborations- und Organisations-Strategien. Das *metakognitive* Trainingsmodul umfasste ein Training von Planungs- und Überwachungsstrategien (vgl. Tabelle 1). Jede der vier Strategien wurde in Form von drei Anwendungsvarianten konkretisiert. Alle Anwendungsvarianten wurden (1) mündlich erläutert und die Erläuterung wurde als Handout ausgegeben.³ Außerdem wurde (2) die Anwendung jeder Strategie anhand eines Demonstrationsvideos exemplarisch vorgeführt. Zusätzlich hatten die Probanden/innen (3) die Möglichkeit, die Anwendung der Strategien in einer Trainingsphase einzuüben. In der Bedingung ohne Training wurde lediglich eine allgemeine Information über Hypertexte und ihre potenziellen Vorteile beim Lernen gegeben, ohne dass auf spezifische Strategien hierfür eingegangen wurde.

³ Die an die Probanden/innen ausgegebenen Handouts sind unter der WWW-Adresse <http://www.allg-psych.uni-koeln.de/hyper/materialien/> abrufbar.

Tabelle 1

Vermittelte kognitive und metakognitive Lernstrategien.

Kognitive Strategien	Organisationsstrategien	Verschaffen Sie sich vor dem eigentlichen Lernen - und vor jeder neuen Lerneinheit - einen Überblick über die Inhalte des Hypertexts und unterscheiden Sie Wichtiges von Unwichtigem!
		Verschaffen Sie sich schon vor dem eigentlichen Lernen - und bevor Sie sich mit einem neuen Teil beschäftigen - einen Überblick über die Struktur des Hypertexts!
		Verschaffen Sie sich schon vor dem eigentlichen Lernen einen Überblick über die Orientierungs- und Navigationshilfen des Hypertexts - und nutzen Sie diese auch!
	Elaborationsstrategien	Fragen Sie sich während und nach dem Lesen jeder Seite, was die neuen Inhalte mit den Inhalten von Seiten zu tun haben, die Sie bereits gelesen haben!
		Fragen Sie sich während und nach dem Lesen jeder Seite, was Sie aus Ihrem eigenen Wissen zu den dargestellten Themen beisteuern können!
		Fragen Sie sich vor dem Anklicken eines Hyperlinks, was Sie auf der nächsten Seite erwartet!
Metakognitive Strategien	Planungsstrategien	Machen Sie sich vor dem eigentlichen Lernen Ihr Lernziel klar! Legen Sie sich eine übergreifende Navigationsstrategie zurecht!
		Übersetzen Sie während des Lernens das allgemeine Lernziel in konkrete Lernschritte!
		Verändern Sie Ihr Lernziel und Ihre Planung während des Lernens, wenn Ihnen dies sinnvoll erscheint!
	Überwachungsstrategien	Überprüfen Sie während und nach dem Lesen jeder Seite, ob Sie die Inhalte richtig verstanden haben
		Überprüfen Sie vor und während dem Lesen jeder Seite, ob der Inhalt für Ihr Lernziel wichtig oder unwichtig ist!
		Achten Sie während des Lernens darauf, wie Sie lernen! Vermeiden Sie ineffizientes, oberflächliches und unzusammenhängendes Lernen!

Kovariate. Als Kovariate wurden die Lesefähigkeiten der Probanden/innen mit ELVES erhoben.

Hypothesen. Erwartet wurde für den ersten Trainingstermin ein Haupteffekt für den Trainingsfaktor dergestalt, dass die beiden trainierten Gruppen der Kontrollgruppe überlegen sein würden. Darüber hinaus erwarteten wir eine Interaktion von Training und Lesefähigkeit derart, dass das Training vor allem für kompetente Leser/innen förderlich sein würde. Zwar wäre prinzipiell auch das Umgekehrte denkbar – dass das Training mangelnde Lesefähigkeiten kompensiert – eine Durchsicht der Literatur zu *Aptitude-Treatment*-Interaktionen im Bereich des Lernens mit elektronischen Medien zeigt jedoch, dass es in aller Regel die kompetenteren (z.B. intelligenteren oder vorwissensstärkeren) Lerner/innen sind, die von Strategietrainings profitieren, wahrscheinlich weil sie diejenigen sind, die die zum zielführenden Einsatz der trainierten Strategien nötige Arbeitsgedächtniskapazität erübrigen können (vgl. z.B. Sweller, van Merriënboer & Paas, 1998). Da sich unterschiedliche Lesefähigkeitskompetenzen zumindest zu Teilen aus Unterschieden in der Arbeitsgedächtniskapazität erklären lassen (Just & Carpenter, 1992; Überblick: Richter & Christmann, 2002), ist auch für Lesefähigkeiten eine Interaktion mit der Trainingsvariable in der genannten Richtung zu erwarten.

Für den zweiten Trainingstermin erwarteten wir eine Überlegenheit der kombiniert trainierten Gruppe gegenüber den entweder nur kognitiv oder nur metakognitiv trainierten Gruppen. Eine Interaktion zwischen Lesefähigkeiten und Trainingsbedingung sollte hier den obigen Überlegungen folgend so aussehen, dass vor allem kompetente Leser/innen von der kombinierten Vermittlung kognitiver und metakognitiver Strategien profitieren, woraus sich die Vorhersage eines stärkeren Zusammenhangs zwischen Lese- und Lernleistungen in der Kombinationsbedingung gegenüber den beiden anderen Bedingungen ergibt.

Durchführung, Ablauf und Aufgaben. Die Versuche wurden in Gruppen von bis zu fünf Teilnehmer/innen durchgeführt. Vor Beginn des Trainings wurde anhand eines Hypertexts zum Thema "Psychologische Aspekte des Alterns" (der in den Experimenten I bis III zur Erläuterung der hypertextspezifischen Navigationsfunktionen gedient hatte) mit Hilfe einer einfachen Aufgabe ("Beschreiben Sie typische Fehlkonzeptionen über das Alter") eine *Baseline* der Lernleistung beim Lernen aus Hypertext erhoben. Für die Rezeption des Textes und die Bearbeitung der Aufgabe hatten die Probanden/innen je 15 Minuten Zeit. Hieran schloss sich die mündliche Erläuterung der Strategien sowie die Vorführung des Demonstrationsvideos (in dieser Reihenfolge) an. Anschließend wurden die Probanden/innen gebeten, die Trainingsaufgabe zu bearbeiten. Diese bestand darin, dass die

Probanden/innen gebeten wurden, ein Skript zu einem wahrnehmungspsychologischen Thema, z.B. "Grundlagen der Formwahrnehmung", zu verfassen. Die Trainingsphase gliederte sich in eine Rezeptionsphase (60 Minuten), in der die Probanden/innen die benötigten Information aus dem Hypertext "Visuelle Wahrnehmung" (vgl. Abschnitt 2.2.1.1) zu extrahieren hatten, und eine Produktionsphase (30 Minuten), in der das Skript zu verfassen war. Nach der Trainingsphase folgte eine 30-minütige Pause, an die sich die Testphase anschloss, die analog zur Trainingsphase aufgebaut war, abgesehen davon, dass nun für die Produktionsphase 60 Minuten zur Verfügung standen.

Auswertung. Wie in den Experimenten I bis III wurden die Textprodukte der Probanden/innen in Idea Units zerlegt und inhaltsanalytisch ausgewertet (vgl. Abschnitt 2.2.1.1). Anders als in den Experimenten I und II, in denen die Versuchspersonen jeweils drei Stunden für die Schreibaufgabe zur Verfügung hatten, war in Experiment IV aufgrund der deutlich kürzeren Schreibphase mit weniger elaborierten und argumentativ strukturierten Texten zu rechnen, was sich tatsächlich in einer so niedrigen Anzahl von Inferenzen oder rhetorischen Explikationen niederschlug, dass der Indikator "Elaborationsgrad" als abhängige Variable ausschied (in 67% der Textprodukte fand sich höchstens eine elaborative Inferenz und in 32% der Textprodukte höchstens eine rhetorische Explikation). Außerdem war die Anzahl generell inhaltsbezogener mit der Anzahl speziell aufgabenbezogener Idea Units so hoch korreliert ($r = .92$), dass die Auswertung auf die Anzahl direkt aufgabenbezogener Idea Units beschränkt wurde. Zur Prüfung der Effektivität des Trainings zum ersten Messzeitpunkt wurden Regressionsanalysen verwendet. Die Trainingsbedingungen wurden so dummykodiert, dass der erste Kontrast den Unterschied zwischen der Kontrollbedingung und der Bedingung mit kognitivem Training abbildete und der zweite Kontrast den Unterschied zwischen der Kontrollbedingung und der Bedingung mit metakognitivem Training. Als Kovariaten wurden zum einen die Anzahl aufgabenbezogener Idea Units aus der Baseline-Aufgabe und zum anderen die Lesefähigkeiten der Probanden/innen (ELVES-Subtest "Satzverifikation") verwendet. Kontraste zur Prüfung der Interaktion zwischen Trainingsbedingung und Lesefähigkeit wurden durch Multiplikation jeder der beiden Dummyvariablen für den Trainingsfaktor mit den (z -standardisierten) Lesefähigkeiten gebildet. Zur Prüfung der kombinierten Wirkung des kognitiven sowie des metakognitiven Trainings zum zweiten Messzeitpunkt wurde analog verfahren, wobei als Referenzbedingung die Bedingung mit beiden Modulen gewählt wurde. Der erste Kontrast erfasste den Unterschied zwischen dem kognitiven und dem kombinierten Training, der zweite Kontrast den Unterschied zwischen dem metakognitiven und dem kombinierten Training.

Ergebnisse für den ersten Trainingstermin. Nach der ersten Trainingseinheit ergaben sich keinerlei Effekte für den Trainingsfaktor. Sowohl das Regressionsgewicht für den ersten Kontrast (kein Training vs. kognitives Training) als auch das Regressionsgewicht für den zweiten Kontrast (kein Training vs. metakognitives Training) war insignifikant, $\beta = -0.01$, $t(57) = -0.09$, $p = .93$ und $\beta = -0.03$, $t(57) = -0.28$, $p = .78$. Es zeigte sich jedoch eine deutliche Interaktion zwischen Lesefähigkeiten und Trainingsbedingung, $F(2,57) = 3.85$, $p < .05$, $f^2 = 0.14$, die darauf zurückging, dass sich in beiden Trainingsbedingungen ein deutlicher (positiver) Zusammenhang zwischen Lesefähigkeiten und Lernleistung fand (kognitives Training: $\beta = 0.50$, $t(57) = 2.63$, $p < .01$, $f^2 = .12$; metakognitives Training: $\beta = 0.72$, $t(57) = 3.03$, $p < .01$, $f^2 = .16$), der in der Kontrollbedingung nicht auftrat, $\beta = 0.02$, $t(57) = 0.13$, $p = .45$ (vgl. Abbildung 4a). Dass tatsächlich in beiden Trainingsbedingungen ein stärkerer Zusammenhang zwischen Lesefähigkeiten und Lernleistung bestand als in der Kontrollbedingung, wurde durch die Tatsache belegt, dass die Regressionsgewichte für beide Interaktionskontraste überzufällig waren (kognitives Training: $\beta = 0.27$, $t(57) = 1.96$, $p < .05$, $f^2 = 0.07$; metakognitives Training: $\beta = 0.30$, $t(57) = 2.51$, $p < .01$, $f^2 = 0.11$). Analysen der Differenzen zwischen den Regressionsgeraden für "schlechte" Leser/innen (Lesefähigkeitswerte von $-1 SD$) und für "gute" Leser/innen (Lesefähigkeitswerte von $+1 SD$), zeigten, dass das metakognitive Training die Lernleistung für gute Leser/innen verbesserte, $\beta = 0.34$, $t(56) = 2.15$, $p < .05$, $f^2 = 0.08$, während für schlechte Leser/innen schlechtere Leistungen resultierten, $\beta = -0.53$, $t(57) = -2.55$, $p < .01$, $f^2 = 0.12$. Für die Bedingung mit kognitivem Training verfehlten die Kontraste für sowohl gute Leser/innen ($\beta = 0.16$, $t(57) = 0.89$, $p = .19$) als auch für schlechte Leser/innen ($\beta = -0.27$, $t(57) = -1.63$, $p = .054$) die Signifikanzgrenze, wenn auch im letzteren Fall nur knapp (vgl. Abbildung 4a).

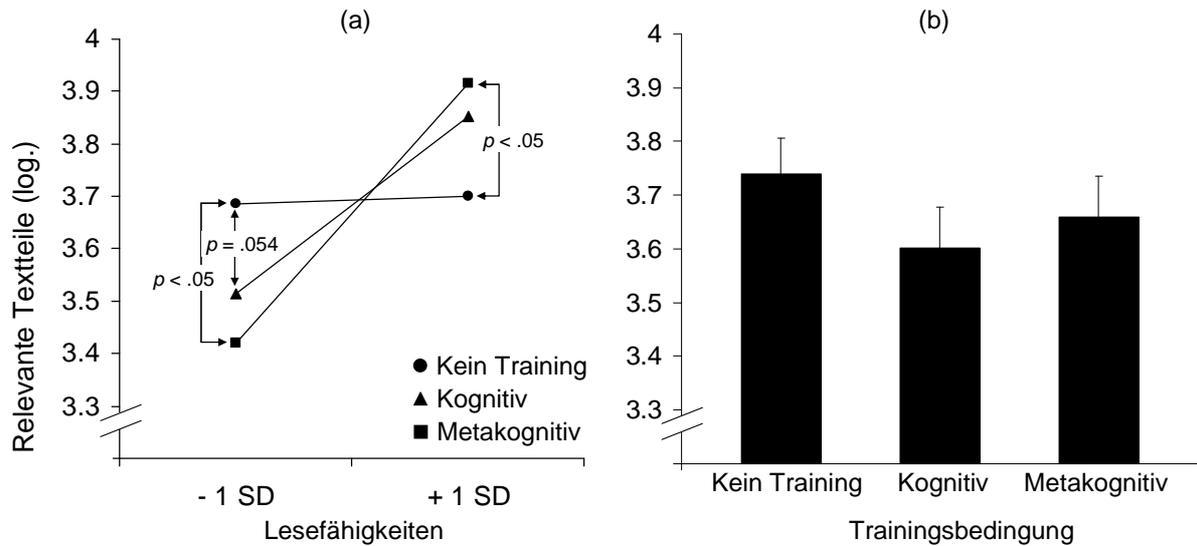


Abbildung 4: Interaktionseffekt Lesefähigkeiten \times Trainingsbedingung (a) und Haupteffekt Trainingsbedingung (b) nach dem ersten Trainingstermin.

Ergebnisse für den zweiten Trainingstermin. Für den zweiten Trainingstermin ergaben sich ebenfalls keine Trainings-Haupteffekte; die Probanden/innen, die beide Trainingsmodule erhalten hatten, erwiesen sich weder gegenüber den Probanden/innen überlegen, die ausschließlich kognitiv trainiert worden waren, noch gegenüber den Probanden/innen, die ausschließlich metakognitiv trainiert worden waren (vgl. Abbildung 5b). Allerdings fand sich wiederum eine Interaktion zwischen Trainingsbedingung und Lesefähigkeiten, $F(2,53) = 3.17$, $p = .05$, $f^2 = .12$. Entsprechend der Hypothese fand sich der stärkste Zusammenhang in der Kombinationsbedingung, $\beta = 0.71$, $t(53) = 3.33$, $p < .001$, $f^2 = 0.21$, gefolgt von der Bedingung mit metakognitivem Training, $\beta = 0.45$, $t(53) = 2.58$, $p < .01$, $f^2 = 0.13$, und kognitivem Training, $\beta = 0.05$, $t(53) = 0.31$, $p = .33$ (vgl. Abbildung 5a).⁴

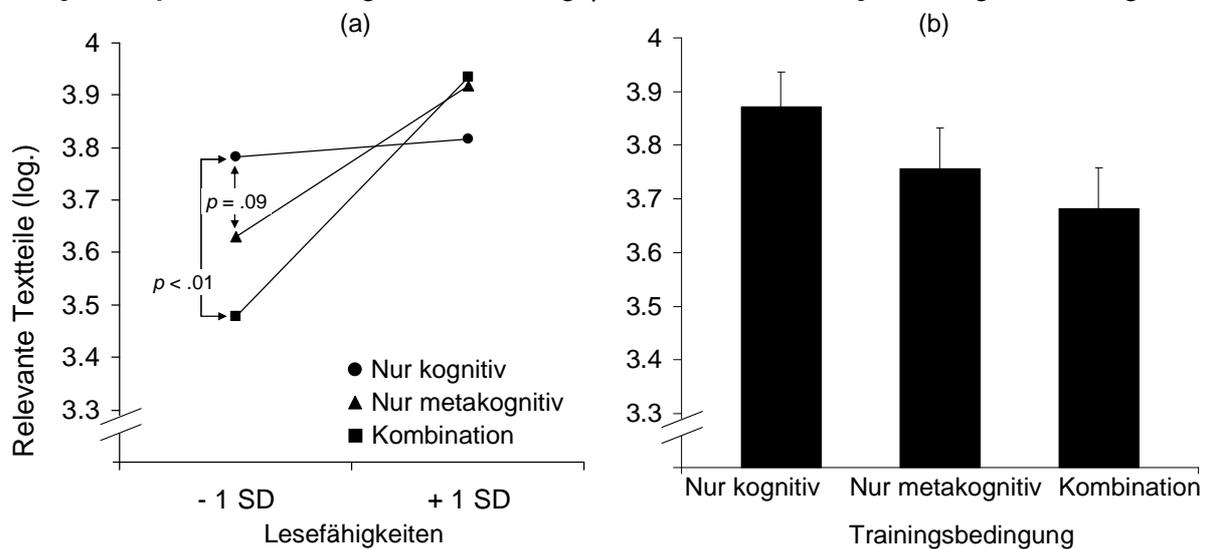


Abbildung 5: Interaktionseffekt Lesefähigkeiten \times Trainingsbedingung (a) und Haupteffekt Trainingsbedingung (b) nach dem zweiten Trainingstermin.

Aufgrund des unerwartet deutlichen Zusammenhangs zwischen Lesefähigkeiten und Lernleistung in der Bedingung mit metakognitivem Training wurde von den beiden Interaktionskontrasten nur derjenige signifikant, der den Unterschied zwischen der kognitiven Trainingsbedingung und der Kombinationsbedingung abbildete, $\beta = -0.41$, $t(53) = -2.41$, $p < .01$, $f^2 = 0.11$. Der Unterschied

⁴ Die gegenüber dem ersten Trainingstermin um 4 reduzierten Fehlerfreiheitsgrade kamen durch vier Versuchspersonen zustande, die zum zweiten Trainingstermin nicht mehr erschienen waren.

zwischen den Steigungen der Regressionsgeraden in der metakognitiven und der der Kombinationsbedingung ließ sich dagegen nicht statistisch absichern, $\beta = 0.11$, $t(53) = 0.99$, $p = .19$). Dem entsprechend resultierte für schwache Leser/innen eine signifikant schlechtere Lernleistung in der Kombinationsbedingung im Vergleich zu der Bedingung mit nur kognitivem Training, $\beta = 0.47$, $t(53) = 2.68$, $p < .01$. Der Kontrast zwischen der Bedingung mit nur metakognitivem Training und der Kombinationsbedingung verfehlte dagegen die Signifikanzgrenze, wenn auch knapp, $\beta = .24$, $t(53) = 1.31$, $p < .10$. Für Leser/innen mit Lesefähigkeiten von einer Standardabweichung über dem Durchschnitt ließ sich keine Überlegenheit der Kombinations- gegenüber entweder der Bedingung mit kognitivem oder metakognitivem Training sichern (beide $|t| < .99$, beide $p > .16$). Eine entsprechende Überlegenheit der Kombinationsbedingung gegenüber der Bedingung mit nur kognitivem Training hätte sich erst für Lerner/innen, deren Lesefähigkeiten zwei Standardabweichungen über dem Durchschnitt oder darüber liegen ($\sim 5\%$ der Population), belegen lassen, $t(53) = -1.70$, $p < .05$, $f^2 = 0.06$.

Zusammenfassung, Diskussion und Konsequenzen. Entgegen unserer Erwartung ließ sich weder für den ersten noch für den zweiten Trainingstermin ein Haupteffekt der Trainingsmodule sichern. Es zeigten sich jedoch konstant über beide Trainingstermine Interaktionen zwischen Training und Lesefähigkeiten, die in ihrer Richtung konsistent mit den Erwartungen waren. So ließ sich die Hypothese bestätigen, dass zum ersten Trainingstermin in beiden Experimentalbedingungen verglichen mit der Kontrollbedingung ein deutlicherer Zusammenhang zwischen Lesefähigkeiten und Lernleistung auftrat. Die Stelle des Schnittpunktes der Regressionsgeraden lag dabei allerdings nicht – wie wir vermutet hatten – unter dem Lesefähigkeits-Mittelwert, sondern war nahezu identisch mit demselben. Dies führte dazu, dass sich zwar – zumindest für das metakognitive Training im Einzelkontrast, aber auch für das Mittel aus beiden Trainingsbedingungen – für gute Leser/innen ein positiver Effekt des Trainings sichern ließ, gleichzeitig aber für Leser/innen mit unterdurchschnittlichen Lesefähigkeiten das Training eher hinderlich wirkte und sich für Leser/innen mit durchschnittlichen Fähigkeiten keinerlei Effekte ergeben. Möglicherweise hatten diejenigen Lerner/innen, die aufgrund defizitärer Lesefähigkeiten (defizitär zumindest in Bezug auf anspruchsvolle Leseaufgaben) ohnehin unter vergleichsweise starker kognitiver Belastung zu leiden hatten, nicht nur Schwierigkeiten, das Training sinnvoll zu nutzen. Vielmehr hat es den Anschein, dass für diese Lerner/innen der Versuch, die trainierten Strategien einzusetzen, negativ mit der Lektüre- und Informationsintegrationsaufgabe interferiert hat. Ähnliche Befunde berichten Veenman (1993) und Simons und DeJong (1992), die jeweils positive Effekte metakognitiver Lernhilfen nur für hohe Intelligenzniveaus finden; bei intellektuell eher unterdurchschnittlich begabten Trainingsteilnehmer/innen findet sich tendenziell das umgekehrte Datenmuster. Darüber hinaus existiert eine Reihe strukturell ähnlicher Befunde für die Wirkung bestimmter Navigationshilfen beim Lernen aus Hypertext in Abhängigkeit vom Vorwissen der Probanden/innen: So fanden Hofmann und van Oostendorp (1999), dass das Vorhandensein einer graphischen Übersichtskarte die Lernleistung von vorwissenschwachen Probanden/innen gegenüber einer Kontrollbedingung negativ beeinflusste. Auch Müller-Kalthoff und Möller (2005) berichten, dass Lerner/innen mit niedrigem Vorwissen bei Verwendung einer komplexen (textuellen) Inhaltsübersicht weniger Wissen erwarben als bei Verwendung einer einfach strukturierten (graphischen) Inhaltsübersicht, wohingegen bei Lerner/innen mit hohem Vorwissen der umgekehrte Befund auftrat. Zu einer kapazitätsbezogenen Interpretation passt auch die Tatsache, dass der Zusammenhang zwischen Lesefähigkeiten und Lernleistung zum zweiten Trainingstermin in der Gruppe, die *beide* Trainingseinheiten erhalten hatte – und bei der daher mit der höchsten durchschnittlichen Arbeitsgedächtnisbelastung zu rechnen war – am stärksten war. Die hier vorgeschlagene Interpretation des Befundmusters ist zudem gut mit den Ergebnissen der Experimente I und II in Übereinstimmung zu bringen. Die weitgehend fehlende Beziehung zwischen Lesefähigkeit und Lernleistung beim Lernen aus Hypertext unter "Neutralbedingungen", d.h. ohne eine potenziell belastungsträchtige Manipulation, die wir in den Experimenten I und II gefunden hatten, findet sich in Experiment IV in der Kontrollbedingung beim ersten Trainingstermin wieder. Der Zusammenhang in den Treatmentgruppen – insbesondere in der Bedingung mit metakognitivem Training – parallelisiert dagegen den Zusammenhang zwischen Lesefähigkeit und Lernleistung, der sich in Experiment II in der Lineartext- und restringierten Hypertextbedingung gefunden hatte: Sowohl beim Lernen aus Texten, die vergleichsweise wenige (hypertextspezifische) rhetorische Signale zur Verfügung stellen (Experimente I und II) als auch beim Lernen mit einem an rhetorischen

Signalen reichen Hypertext unter kognitiver Last (Strategietraining, Experiment IV) resultiert ein teils sehr deutlicher Zusammenhang zwischen Lesefähigkeit und Lernleistung. Wenn es richtig ist, dass der Hypertext durch seine bessere Navigierbarkeit gegenüber der restringierten Hypertextvariante oder dem Lineartext insbesondere schwache Leser/innen kognitiv entlastet und es auf diese Weise zu einer Schwächung des Lesefähigkeit-Lernleistungs-Zusammenhangs kommt, sollte eine Induktion kognitiver Belastung an anderer Stelle diesen Effekt zumindest teilweise aufheben. Ins Bild passt dabei, dass der Schnittpunkt zwischen den Regressionsgeraden für die einzelnen Bedingungen in Experiment IV zwar nicht, wie ursprünglich erwartet worden war, unter dem Lesefähigkeits-Mittelwert liegt – aber auch nicht, wie in den Experimenten I und II, deutlich darüber. Für geübte Leser/innen, die nur sehr kleine Teile ihrer kognitiven Ressourcen für das Lesen selbst verwenden müssen, kann erwartet werden, dass die gezielte Verwendung auch kognitiv anspruchsvoller Strategien (deren potenzielle Wirksamkeit gut belegt ist, vgl. Flender & Christmann, 2002) positiv zum Lernerfolg beiträgt. Gleichzeitig wäre es unplausibel anzunehmen, dass geübte Leser/innen mit einem um wesentliche Navigationsfunktionen restringierten Hypertext besser lernen können als mit einem gut vernetzten und hinsichtlich seiner Bedienbarkeit optimierten.

Dafür, dass es dabei vor allem die metakognitiven Strategien sind, die für geübte Leser/innen eine Verbesserung und für ungeübte Leser/innen eine Verschlechterung der Lernleistung herbeiführen, lassen sich nur post hoc-Erklärungen anführen. Eine Möglichkeit wäre, dass metakognitive Strategien als Strategien, die die *Steuerung* des Lernprozesses betreffen, im Gegensatz zu kognitiven Strategien, die unmittelbar mit Informationsaufnahme und –verarbeitung verknüpft sind (z.B. Pintrich & Garcia, 1994), per se mehr Informationsverarbeitungskapazität binden. Anders ausgedrückt: Minimalvarianten von Elaborationsstrategien – beispielsweise die Verknüpfung von propositionaler Textbasis und Vorwissen – werden in einem gewissen Umfang immer und automatisch verwendet, wenn ein Situationsmodell des Textinhalts konstruiert wird (van Dijk & Kintsch, 1983), woraus sich erklären könnte, dass die Vermittlung kognitiver Strategien zum ersten Trainingstermin für schlechte Leser/innen zu (vergleichsweise) moderaten Einbußen in der Lernleistung führt. Ebenfalls erklärbar mit dieser Annahme wäre die Tatsache, dass es zum zweiten Trainingstermin weniger die Anzahl der trainierten Strategien war, die einen Unterschied für den Zusammenhang zwischen Lesefähigkeit und Lernleistung machte, als die Frage, ob metakognitive Strategien zu verwenden waren oder nicht.

Angesichts dieser Befundlage stellt sich die Frage, wie sich diese Befunde mit solchen Studien integrieren lassen, die positive (Haupt-) Effekte metakognitiver Trainings für das Lernen mit Hypertext berichten (Bannert, 2003). Möglich wäre hier natürlich zum einen, dass dabei mehr oder weniger zufällig besonders kompetente Probanden/innen partizipierten. Dafür könnte sprechen, dass die (wenigen) Probanden/innen, die in der Studie von Bannert wenig oder inadäquaten Gebrauch von den angebotenen Lernhilfen machten und entsprechend schlechte Lernleistungen zeigten, solche mit geringem Vorwissen waren. Darüber hinaus handelte es sich hier um eine Untersuchung, bei der eine gegenüber der unsrigen deutlich stärker strukturierte Aufgabe vorgegeben war und außerdem die Probanden/innen gehalten waren, die vermittelten Strategien in einer vorgegebenen Reihenfolge zum Einsatz zu bringen. Dies könnte bewirkt haben, dass die durch das Training induzierte Kapazitätsbelastung in unserer Untersuchung deutlich stärker war, was es für Teilnehmer/innen, die ohnehin aufgrund eher unterdurchschnittlicher Fähigkeiten zum Decodieren von Text wenig Arbeitsgedächtniskapazität zur Verfügung hatten, gegenüber dem Treatment bei Bannert (2003) noch zusätzlich erschwert haben dürfte, der Aufgabe folgend ein mentales Modell des Sachverhalts zu bilden. Anders formuliert: Je stärker der ohnehin bestehende *cognitive load* ist (z.B. aufgrund einer Aufgabe mit vergleichsweise vielen Freiheitsgraden) desto stärker verschiebt sich der Schnittpunkt der Regressionsgeraden, die die Relation zwischen Fähigkeitsvariable und Lernerfolg für die Trainings- und Kontrollgruppe abbilden, nach rechts, d.h., ein umso höheres Fähigkeitsniveau ist erforderlich, damit das Training die Lernleistung zu verbessern in der Lage ist. Als Konsequenz ergibt sich (mindestens) zweierlei. Zum einen sollten bei der Anwendung von Strategietrainings zum Lernen aus Hypertext lernerseitige Variablen in Rechnung gestellt werden – nach den hier berichteten Ergebnissen gehören gute Lesekompetenzen auf jeden Fall zu den Voraussetzungen, die nötig sind, um von Trainings wie dem hier verwendeten profitieren zu können. Um andererseits zu vermeiden, dass der Umgang mit Hypertext ausschließlich nach dem Matthäus-Prinzip (wer hat, dem wird gegeben) trainiert werden kann, wären in Zukunft gezielt vor allem solche Trainingsmaßnahmen zu konzipieren und hinsichtlich ihrer Wirkung zu evaluieren, die bezüglich unterdurchschnittlicher Lesefähigkeiten oder Vorwissensbestände kompensierend wirken können.

2.3 Qualifikation des wissenschaftlichen Nachwuchses im Zusammenhang mit dem Projekt

Diplomarbeiten und Dissertationen:

- Böhmer, R. (2003). *Effizienz von Teilprozessen des Lesens: Validierung eines neuen, computergestützten Diagnostikums*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität zu Köln.
- Flender, J. (2002). *Didaktisches Audio-Design: Musik als instruktionales Gestaltungsmittel in hypermedial basierten Lehr-Lern-Prozessen*. Dissertation, Psychologisches Institut der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
- Klein, A. (2003). *Interaktionen von Computerbildung und Instruktion bei Standard-Computeranwendungen: ein Trainingsexperiment*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität zu Köln.
- Naumann, J. (2004). *Unterschiede zwischen affektbasierten und kognitionsbasierten Einstellungen*. Dissertation, Psychologisches Institut der Universität zu Köln.
- Noller, S. (2000). *Mentale Modelle und Webnavigation. Ein Usability-Experiment zur Informationssuche im World-Wide-Web*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Psychologisches Institut der Universität zu Köln.
- Pillen, S. (2003). *Zur Rolle von Computerbezogenen Einstellungen, Kompetenzerwartungen und Kontrollüberzeugungen bei der Veranstaltungswahl an der Hochschule*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Psychologisches Institut der Universität zu Köln.
- Richter, T. (2003). *Epistemologische Einschätzungen beim Textverstehen*. Dissertation, Psychologisches Institut der Universität zu Köln.
- Wüst, P. (2004). *Lernen mit linearen Texten und nicht-linearen Hypertexten: Vergleich der Interaktion zwischen Strategien und Wissen bei guten und schlechten Lernern/Lernerinnen*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Psychologisches Institut der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg.

3 Literatur (ohne Projektpublikationen)

- Bannert, M. (2003). Effekte metakognitiver Lernhilfen auf den Wissenserwerb in vernetzten Lernumgebungen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 17, 13-25.
- Berendt, B. & Brenstein, E. (2001). STRATDYN, A tool for analyzing navigation patterns. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*, 33, 243-257.
- Chen, C. & Rada, R. (1996). Interacting with hypertext: A meta-analysis of experimental studies. *Human-Computer Interaction*, 11, 125-156.
- Foltz, P. (1996). Comprehension, coherence, and strategies in hypertext and linear text. In J. F. Rouet, J. J. Levonen, A. Dillon, & R. J. Spiro (Eds.), *Hypertext and cognition* (pp.109-136). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Gauss, B & Urbas, L. (2003). Individual differences in navigation between sharable content objects - an evaluation study of a learning module prototype. *British Journal of Educational Technology*, 34, 499-509.
- Gerdes, H. (1997). *Lernen mit Text und Hypertext*. Lengerich: Pabst.
- Hofman, R. & van Oostendorp, H. (1999). Cognitive effects of a structural overview in a hypertext. *British Journal of Educational Technology*, 30, 129-140.
- Just, M.A. & Carpenter, P.A. (2002). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99, 122-149..
- Müller-Kalthoff, T. & Möller, J. (2005). Zum Effekt unterschiedlicher Navigationshilfen beim Lernen mit Hypertexten. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 19, 49-60.

- Pintrich, P.R. & Garcia, T. (1994). Self-regulated learning in college students: Knowledge, strategies and motivation. In P.R. Pintrich, D.R. Brown & C.E. Weinstein (Eds.), *Student motivation, cognition and learning* (pp. 113-133). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Plass, J. L. (2005). Aktuelle Trends in der Forschung zu Hypertext- und Hypermediasystemen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 19, 77-83.
- Reips, U.-D. (2004). Scientific log analyzer: A Web-based tool for analyses of server log files in psychological research. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*, 36, 304-311.
- Simons, P.R.J. & DeJong, F.P. (1992). Self-regulation and computer-assisted instruction. *Applied Psychology: An International Review*, 41, 333-346.
- Sweller, J. & Merriënboer, J. & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251-296.
- van Dijk, T.A. & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. Amsterdam: North Holland.
- Veenman, M. V. J. (1993). *Intellectual ability and Metacognitive skill: determinants of discovery learning in computerized learning environments*. Dissertation. Amsterdam: University of Amsterdam.
- Weinberger A., Fischer F., & Mandl, H. (2003) Gemeinsame Wissenskonstruktion in computervermittelter Kommunikation: Wirkungen von Kooperationskripts auf den Erwerb anwendungsorientierten Wissens. *Zeitschrift für Psychologie*, 211, 86-97.